

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

20.12.2002

- 1 -

SR 2002/30

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur optischen Übertragung digitaler Signale zwischen mehreren gegeneinander beweglichen Einheiten.

Der Übersichtlichkeit halber wird in diesem Dokument nicht zwischen der Übertragung zwischen gegeneinander beweglichen Einheiten und einer feststehenden und dazu beweglichen Einheiten unterschieden, da dies nur eine Frage des Ortsbezugs ist und keinen Einfluss auf die Funktionsweise der Erfindung hat. Ebenso wird nicht weiter zwischen der Übertragung von Signalen und Energie unterschieden, da die Wirkungsmechanismen hier die selben sind.

Stand der Technik

Bei linear beweglichen Einheiten wie Kran- und Förderanlagen und auch bei drehbaren Einheiten wie Radaranlagen oder auch Computertomographen ist die optische Übertragung von Informationen besonders vorteilhaft. Hierzu ist meist ein Lichtwellenleiter in der ersten Einheit und ein entsprechendes Koppellement in der zweiten Einheit vorgesehen. In den folgenden Ausführungen bezieht sich der Begriff Lichtwellenleiter auf alle denkbaren Formen von optischen Leitern bzw. Lichtwellenleiter, welche geeignet sind, optische Signale zu führen. Derartige Lichtwellenleiter und entsprechende Einkoppelmechanismen sind beispielsweise in der DE 195 02 989 A1 (fluoreszierendes Material), der WO 98/00936

20.12.2002

- 2 -

SR 2002/30

(Lichtwellenleiter, der als Laser betrieben wird), der
DE 1 002 256 (Lichtwellenleiter mit Signaleinkopplung
durch dynamische Gitter) oder in der US 6,453,088 B1
(verspiegelter Graben) beschrieben.

Alle hier vorgestellten optischen Systeme erfordern geringe mechanische Toleranzen. Gerade bei großen Einheiten wie Computertomografen, welche einen Durchmesser in der Größenordnung von 1,5 Metern aufweisen, lassen sich Toleranzen zwischen dem rotierenden und dem stationären Teil in der Größenordnung von 0,1 mm kaum mehr realisieren. Bei größerer mechanischen Toleranzen steigt die Koppeldämpfung, das heißt es wird weniger Licht vom Sender in den Empfänger übergekoppelt. Dadurch reduziert sich auch der Signal/Rauschabstand. Somit ist bei gleicher Datenrate die Bitfehlerrate höher bzw. kann bei gleicher Bitfehlerrate nur eine niedrigere Datenrate erzielt werden.

Darstellung der Erfindung

Es stellt sich die Aufgabe, eine Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zu gestalten, welche die oben aufgezeigten Nachteile vermeidet und insbesondere eine maximale Ausnutzung des Übertragungskanals und somit eine hohe Übertragungsqualität der Signale bei hoher Bandbreite aufweist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Mitteln gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen weiteren Ansprüche.

20.12.2002

- 3 -

SR 2002/30

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur Übertragung digitaler Signale zwischen wenigstens zwei gegeneinander beweglichen Einheiten. Selbstverständlich können auf jeder Seite der Bewegung eine oder mehrere Einheiten angeordnet sind. Zur vereinfachten Darstellung wird hier ausschließlich auf eine zweite Einheit, welche gegenüber einer ersten Einheit beweglich ist, Bezug genommen.

Der ersten Einheit ist eine Datenquelle (1) zur Erzeugung eines seriellen Datenstroms, wie beispielsweise ein dem Stand der Technik entsprechender Parallel/Seriell - Wandler zugeordnet. Weiterhin ist ein optischer Sender (2) vorgesehen, der aus dem seriellen Datenstrom der Datenquelle optische Signale zu Übertragung über einen Lichtwellenleiter (3) erzeugt. Der zweiten Einheit ist ein Lichtkoppler (4) zum Abgriff optischer Signale des Lichtwellenleiter zugeordnet. Die optischen Signale des Lichtkopplers werden über einen optischen Empfänger (5) einer Datensenke (6) zur Weiterverarbeitung der Signale zugeführt.

Erfindungsgemäß ist nun eine Steuereinheit (7) vorgesehen, welche wahlweise die Datenquelle (1) beziehungsweise optischen Sender (2) entsprechend eines Sollwertes zur Abgabe einer bestimmten Datenrate bzw. Paketgröße ansteuert. Wahlweise kann die Steuereinheit auch zwischen Datenquelle (1) und optischem Sender (2) angeordnet sein und derart ausgelegt sein, dass sie selbst die von der Datenquelle (1) abgegebenen Daten Datenrate bzw. Paketgröße entsprechend eines Sollwertes und formatiert. Somit kann die Abgabe der Daten an die

20.12.2002

- 4 -

SR 2002/30

jeweiligen Eigenschaften der Datenstrecke angepasst
werden.

Das wesentliche Merkmal der Steuereinheit ist deren Anpassung der Kodierung eines beliebigen digitalen Signals an die Übertragungseigenschaften der optischen Datenstrecke zwischen optischem Sender und optischem Empfänger.

Durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist eine wesentlich bessere Signalübertragungsqualität als mit dem Stand der Technik erreichbar.

Wahlweise kann noch in der zweiten Einheit zwischen optischem Empfänger (5) und Datensenke (6) eine Decodiereinrichtung zur Umsetzung der Datenrate bzw. Paketgröße in die von der Datenquelle (1) abgegebenen Datenrate bzw. Paketgröße.

Durch diese Decodiereinrichtung wird die Kodierung der auf der ersten Einheit wieder rückgängig gemacht, so dass die der Datensenke zugeführten Signale dem Datenstrom der Datenquelle (1) entsprechen. Selbstverständlich kann die Decodiereinrichtung auch im Empfänger (5) angeordnet sein. Somit ist die Kodierung zum optimalen Transport der Daten auf der Datenstrecke für Datenquelle bzw. Datensenke vollkommen transparent.

Gerade bei gegeneinander beweglichen Einheiten variiert die aktuelle zu übertragende Datenrate häufig mit der Zeit bzw. mit der Position. Einflussgrößen sind beispielsweise der Abstand der beiden gegeneinander beweg-

20.12.2002

- 5 -

SR 2002/30

lichen Einheiten, die Verkoppelung zwischen diesen Einheiten oder auch externe Störeinflüsse. Mit Hilfe der Codiereinrichtung wird die Datenrate kontinuierlich angepasst. Ist beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. bei einer bestimmten Position die Übertragung nur mit einer relativ niedrigen Datenrate möglich, so werden die Daten der Datenquellen in den Speichermitteln zwischengespeichert. Erhöht sich nun durch Zeitablauf bzw. Änderung der Position die mögliche Datenrate der Datenstrecke wieder, so können die zwischengespeicherten Informationen übertragen werden. Entsprechend hierzu ist es die Decodiereinrichtung ausgelegt, welche ebenfalls Mittel zur Speicherung von Daten im Falle einer hohen Datenrate von der Codiereinrichtung aufweist und damit einen kontinuierlichen Datenstrom zur Datensenke sicherstellen kann. So optimalen Steuerung sind optional Mittel zur Messung der Übertragungseigenschaften vorgesehen.

Meist ist bei Gattungsgemäßen Übertragungssystemen eine entlang der Bahn der Bewegung der beiden Einheiten geschlossene Übertragungsstrecke vorgesehen. Eine geschlossene Übertragungsstrecke liegt dann vor, wenn der Lichtwellenleiter (3) im Eingriff mit dem Koppel-element (4) ist, so dass Daten übertragen werden können. Alternativ hierzu kann die Übertragungsstrecke auch Segmentiert sein, d. h. aus mehreren Teilen bestehen. Im Extremfall könnte die Übertragungsstrecke aus einem einzigen Segment, welches an einer bestimmten Position vorgesehen ist, bestehen. In diesem Fall erfolgte die Ansteuerung durch die Steuereinrichtung derart, dass ausschließlich an den Positionen, an denen

20.12.2002

- 6 -

SR 2002/30

Segmente der Übertragungsstrecke vorhanden sind, eine Übertragung stattfindet.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuereinrichtung derart ausgelegt, dass sie Mittel zur Speicherung von Daten aufweist. Hierdurch wird eine Anpassung der Datenrate bzw. Segmentierung in unterschiedliche Paketgrößen ohne Datenverluste möglich.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein Sollwertgeber vorgesehen, welcher den Sollwert vorgibt und wahlweise die Sollwertvorgabe dynamisch entsprechend den Eigenschaften der Übertragungsstrecke, wie beispielsweise Übertragungsqualität, Bitfehlerrate, Signal/Rauschabstand oder einfach auf Grund der Position der beiden beweglichen Einheiten gegeneinander oder einer Zeit anpasst.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Codiereinrichtung zusätzliche Speichermittel sowie Mittel zur Anpassung der Datenrate des zu übertragenden seriellen Datenstroms auf. Somit kann entsprechend den aktuellen Übertragungseigenschaften der Übertragungsstrecke zwischen Sender und Empfänger die Datenrate angepasst werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Steuereinrichtung zusätzliche Mittel zur Speicherung der Daten auf. Daneben ist ein zusätzlicher Kommunikationskanal zwischen einer zusätzlich vorgesehenen Auswerteeinrichtung zwischen optischem Empfänger (5) und Datensenke (6) sowie der Steu-

20.12.2002

- 7 -

SR 2002/30

ereinrichtung zur Signalisierung fehlerhafter Daten

durch die Auswerteeinrichtung an die Steuereinrichtung vorgesehen. Stellt nur die Auswerteeinrichtung fehlerhaft übertragene Daten fest, so signalisiert sie dies der Steuereinrichtung, welche daraufhin die Aussendung der Daten wiederholt. Solche Mechanismen sind grundsätzlich auf höheren Ebenen der Signalübertragung bekannt. So erfolgt die diesen Fällen eine Kommunikation zwischen einem ersten Rechner, welcher mit der Datenquellen verbunden ist und einem zweiten Rechner, welcher mit der Datensinke verbunden ist. Hierbei benötigt die Kommunikation und die Wiederholung der Datenübertragung zusätzliche Rechnerleistung. Durch die Integration in eine niedrige Ebene der Datenübertragung erfolgt die Wiederholung der Übertragung unabhängig vom Übertragungsprotokoll und unabhängig von zusätzlichen Aufwendungen der kommunizierenden Rechner. Somit ist die erfindungsgemäße Vorrichtung unabhängig von dem daran angeschlossenen Rechnersystemen zu betreiben. Sie gewährleistet gleichzeitig eine maximale Flexibilität und Übertragungssicherheit bei minimaler zusätzlicher Auslastung der angeschlossenen Rechner.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Mikrocontroller zur Steuerung bzw. Diagnose der Vorrichtung vorgesehen. Dieser Mikrocontroller hat optional einen Speicher zur Speicherung bestimmter Ereignisse, wie Fehler oder auch Überschreitung von Grenzwerten. Vorteilhafterweise besitzt ein solcher Mikrocontroller einen Web-Server, so dass er mittels eines herkömmlichen Personal-Computers oder eines Internet-Terminals lokal oder über

20.12.2002

- 8 -

SR 2002/30

das Internet bedient werden kann. Weiterhin ist optional eine Anzeige bestimmter Betriebszustände bzw.

Betriebsparameter vorgesehen. So können beispielsweise Übertragungsfehler, Signal/Rauschabstand, Bitfehlerrate oder die Überschreitung bestimmter Grenzwerte angezeigt werden. Die gesamte Steuerung kann optional durch Software neu konfiguriert werden. Somit können beispielsweise Speicherinhalte, Datentabellen, oder auch Programmcode neu entsprechend den Anforderungen geladen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Vorrichtung selbstlernend bzw. adaptiv ausgelegt. Dies bedeutet, dass es sie sich dynamisch, insbesondere während der Bewegung, an die Betriebszustände anpasst. Dies kann beispielsweise durch Ermittlung bestimmter Betriebsparameter, wie Bitfehlerrate, Signalamplitude etc. und anschließende Einstellung von Steuereinrichtung bzw. Auswerteeinrichtung bzw. den Filtern erfolgen. Besonders günstig ist deshalb, hier einen Fuzzy-Controller einzusetzen. So kann beispielsweise die Redundanz bzw. die Datenrate als Funktion der Übertragungsfehler eingestellt werden. Dies bedeutet, dass bei einer hohen Anzahl von Übertragungsfehlern beispielsweise eine höhere Redundanz vorgesehen wird. Gerade bei Drehbewegungen, insbesondere mit konstanter Geschwindigkeit, ist es vorteilhaft, die Übertragungsfunktion über die Umdrehung zu speichern und entsprechend abhängig von der Zeit bzw. der Position die Einstellung von Steuereinrichtung bzw. Auswerteeinrichtung bzw. Filtern vorzunehmen. Dies ist selbstverständlich auch bei

20.12.2002

- 9 -

SR 2002/30

~~linearen Bewegungen möglich, sofern eine Information
über die Position vorhanden ist.~~

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zur breitbandigen Signalübertragung auf einer Gattungsgemäßen Vorrichtung entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Das Verfahren ist gekennzeichnet durch eine Anpassung der Datenrate bzw. der Größe der zu übertragenden Datenpakete in Abhängigkeit von einem Sollwert. Der Sollwert wird vorzugsweise gebildet aus Parametern, welche die aktuellen Übertragungseigenschaften der Datenstrecke oder andere Eigenschaften der Datenstrecke, wie Position, Zeit etc. charakterisieren.

20.12.2002

- 10 -

SR 2002/30

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben.

Fig. 1 zeigt in allgemeiner Form schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

In der Fig. 1 ist eine besonders vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch abgebildet. Die Daten einer Datenquelle (1) werden über eine Steuereinrichtung (7) und einen optischen Sender (2) an einen Lichtwellenleiter (3) übertragen. Der Lichtwellenleiter ist entlang der Bahn der Bewegung, die durch den Richtungspfeil (9) angedeutet ist, angeordnet und führt die durch den Sender eingespeisten Signale. Ein Koppellement (4) ermöglicht einen Abgriff der Signale des Nahfeldes der Sendeleiterstruktur. Die vom Koppellement abgegriffenen Signale werden über einen optischen Empfänger (5) und eine Auswerteeinrichtung (8) zur Datensenke (6) geleitet.

20.12.2002

- 11 -

SR 2002/30

Bezugszeichenliste

- 1 Datenquelle
- 2 optischer Sender
- 3 Lichtwellenleiter
- 4 optisches Koppellement
- 5 optischer Empfänger
- 6 Datensenke
- 7 Steuereinrichtung
- 8 Auswerteeinrichtung
- 9 Richtungspfeil für Bewegungsrichtung

20.12.2002

- 12 -

SR 2002/30

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur breitbandigen Übertragung digitaler optischer Signale zwischen wenigstens einer ersten Einheit und mindestens einer entlang einer vorgegebenen Bahn gegenüber der ersten Einheit beweglichen zweiten Einheit umfassend der ersten Einheit zugeordnet

- eine Datenquelle (1) zur Erzeugung eines seriellen Datenstroms,
- einen optischen Sender (2) zur Erzeugung optischer Signale aus dem seriellen Datenstrom der Datenquelle,
- einen Lichtwellenleiter (3) zur Führung der vom optischen Sender erzeugten optischen Signale, sowie der zweiten Einheit zugeordnet
- ein Koppellement (4) zum Abgriff von optischen Signalen aus dem Lichtwellenleiter,
- ein optischer Empfänger (5) zum Empfang der vom Koppellement abgegriffenen Signale,
- eine Datensenke (6) zur Weiterverarbeitung der Signale des Empfängers,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Steuereinrichtung (7) Steuerung des Datenstroms vorgesehen ist, welche wahlweise die Datenquelle (1) bzw. den optischen Sender (2) mittels eines Sollwertes eine bestimmte Datenrate bzw. Paketgröße signalisiert oder aber wahlweise selbst zwischen der Datenquelle (1) und dem optischen Sender (2) angeordnet ist und die Daten der Datenquelle entsprechend eines Sollwertes in eine be-

20.12.2002

- 13 -

SR 2002/30

~~stimmte Datenrate bzw. Pakete einer bestimmten Pa-
ketgröße umsetzt.~~

2. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

die Steuereinrichtung (7) Mittel zur Speicherung
von Daten sowie zur Abgabe der Daten mit unter-
schiedlichen Datenraten an den Sender (2) auf-
weist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

der Sollwert durch den Sollwertgeber entsprechend
den aktuellen Übertragungseigenschaften der Daten-
strecke zwischen optischem Sender (2) und opti-
schem Empfänger (5) oder einer anderen Messgröße
vorgegeben wird.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

eine Auswerteeinrichtung (8) zwischen optischem
Empfänger (5) und Datensenke (6) vorgesehen ist
die Auswerteeinrichtung (8) zusätzliche Mittel zur
Signalisierung fehlerhaft übertragener Daten an
die Steuereinrichtung (7) mittels eines zusätzlich
vorhanden Übertragungskanals aufweist und die
Steuereinrichtung (7) derart ausgestaltet ist,
dass sie auf Anforderung durch die Auswerteein-

20.12.2002

- 14 -

SR 2002/30

~~richtung (8) die Übertragung fehlerhaft empfangener Datenpakete wiederholt.~~

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
ein Mikrocontroller zur Steuerung und Diagnose der Vorrichtung vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Vorrichtung selbstlernend ist und sich an die jeweiligen Betriebszustände dynamisch anpasst.
7. Verfahren zur breitbandigen Übertragung digitaler Signale mittels einer Vorrichtung entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Datenrate bzw. Größe der Datenpakete entsprechend einem Sollwert eingestellt werden, welcher vorzugsweise dynamisch aus Parametern, welche die Übertragungseigenschaften der Datenstrecke charakterisieren, gebildet wird.

20.12.2002

- 15 -

SR 2002/30

ZUSAMMENFASSUNG

Beschrieben wird eine Vorrichtung Übertragung digitaler optischer Signale zwischen zwei gegeneinander beweglichen Einheiten.

Eine Senderseitige Steuereinrichtung steuert die abgegebene Datenrate bzw. Paketgröße der digitalen Signale derart, so dass durch Anpassung an die Übertragungscharakteristik der Übertragungsstrecke, eine optimale Übertragung erreicht wird. Eine optionale Empfängerseitige Auswerteeinrichtung stellt die ursprünglichen Signale wieder her, so dass die Umsetzung verborgen bleibt, aber eine wesentlich zuverlässigere Übertragung erreicht wird.